

# Một số vấn đề trong tính toán sức chịu tải cọc đóng theo Tiêu chuẩn 22TCN 272-05

## Tóm tắt

Bài này tóm tắt một số kinh nghiệm của tác giả trong quá trình áp dụng tính toán sức chịu tải cọc đóng, qua đó nêu lên những khó khăn trong việc áp dụng Tiêu chuẩn 22TCN 272-05 đồng thời nghiên cứu đề xuất một số phương pháp và công thức có thể áp dụng trong tính toán thiết kế, nhằm giúp các kỹ sư trẻ có thể tiếp cận dễ dàng và làm chủ được những kết quả tính toán của mình.

## Khái quát chung

Việc tính toán sức chịu tải (SCT) của cọc theo các tiêu chuẩn trước đây (Quy trình thiết kế cầu cống theo trạng thái giới hạn 22TCN 18-79; Móng cọc tiêu chuẩn thiết kế 20TCN 21-86; Móng cọc tiêu chuẩn thiết kế TCXD 205-98) thường không gây khó khăn nhiều cho người thiết kế. Nội dung tính toán SCT cọc theo các tiêu chuẩn này tương đối đơn giản và dễ hiểu; tra bảng để có ma sát đơn vị cũng như cường độ mũi cọc phụ thuộc vào loại đất (đất sét thì dựa vào độ sệt I, đất cát thì căn cứ vào trạng thái đất) và độ sâu lớp đất phân bố rồi áp vào công thức tính toán SCT là xong.

Tuy nhiên, trong quá trình áp dụng Tiêu chuẩn 22TCN 272 -05 thì mặc dù các kỹ sư thiết kế không mắc bất kỳ sai sót nào trong thực hiện các phép tính toán nhưng khi tính toán xong vẫn có cảm giác băn khoăn, trăn trở và chưa hài lòng với các kết quả tính toán. Những câu hỏi băn khoăn của những người có kinh nghiệm trong tính toán, kiểu như: “Không biết đã tính toán đúng chưa? Tính theo phương pháp này thì không đạt nhưng theo phương pháp khác lại thừa rất nhiều? Bản khoăn lựa chọn giữa các công thức tính, phương pháp tính”. Với mong muốn làm sáng tỏ những băn khoăn trên, tác giả đã nghiên cứu tiếp cận hệ thống quy trình, tiêu chuẩn theo triết lý thiết kế hiện đại, tham khảo, trao đổi và tiếp thu kinh nghiệm tính toán của một số đơn vị tư vấn lớn, một số tác giả viết sách trong và ngoài nước kết hợp với hiểu biết của bản thân thông qua một số công trình đã thiết kế, thi công và có kết quả cụ thể. Để thống nhất trong tính toán, đồng thời tạo ra cơ hội trao đổi rộng rãi của các đồng nghiệp cũng như việc tư vấn cho Chủ đầu tư hay thuyết phục được Thẩm định, bài viết này đi sâu vào việc phân tích các khó khăn khi áp dụng 22TCN 272-05 và kiến nghị một số phương pháp, công thức trong tính toán. Cũng lưu ý rằng, trong bài viết này chỉ đề cập đến SCT của cọc đóng theo đất nền, còn việc tính toán SCT cọc theo vật liệu là tương đối đơn giản có thể xem điều 5.7.4 của Tiêu chuẩn 22TCN 272-05.

## 1. Những khó khăn khi áp dụng Tiêu chuẩn 22TCN 272-05 trong tính toán

### 1.1 Sơ lược về sức kháng dọc trục của cọc đóng theo Tiêu chuẩn 22TCN 272-05

#### Khái quát

Sức kháng đỡ của cọc có thể được ước tính bằng cách dùng các phương pháp phân tích hay phương pháp thí nghiệm hiện trường. Sức kháng cọc bao gồm sức kháng thành bên và sức kháng mũi cọc. Trong tính toán, đất nền được chia làm 2 nhóm chính là đất dính (các loại đất sét) và đất rời (các loại đất cát, bùn không dẻo). Các hệ số sức kháng tương

ứng được lấy theo bảng 10.5.5-2 của tiêu chuẩn, cũng trong bảng này cần chú ý đến hệ số  $\lambda_v$  thay đổi từ 0,80 đến 1,00.

Phương pháp phân tích lý thuyết (ước tính nửa thực nghiệm): Phương pháp này được tính toán dựa trên số liệu cường độ kháng cắt không thoát nước của đất  $S_u$ , xác định bằng thí nghiệm nén 3 trục không cố kết – không thoát nước theo Tiêu chuẩn ASTM D2850 hoặc AASHTO T 234. Phương pháp này chỉ áp dụng cho đất dính, sức kháng là hàm của  $S_u$ . Về sức kháng thành bên tiêu chuẩn đưa ra 3 phương pháp (chi tiết từng phương pháp tham chiếu tiêu chuẩn) là phương pháp  $\alpha$ , phương pháp  $\beta$ , phương pháp  $\lambda$ .

Phương pháp hiện trường (dựa trên các thí nghiệm hiện trường): Phương pháp này sử dụng kết quả SPT hoặc CPT và chỉ áp dụng cho đất rời.

## **1.2. Một số khó khăn khi áp dụng tiêu chuẩn trong tính toán**

### Một số bất cập

Nhận thấy, theo tiêu chuẩn thì phương pháp nửa thực nghiệm chỉ dùng được cho đất dính, còn phương pháp thực nghiệm chỉ dùng được cho đất rời như vậy trong một công trình cần phải có cả số liệu thí nghiệm  $S_u$  và vừa phải có số liệu thí nghiệm SPT thì mới tính toán được; điều này ảnh hưởng đến giá thành công trình. Như vậy nếu dự án không có số liệu  $S_u$  từ thí nghiệm mà chỉ có số liệu SPT thì việc tính toán cho lớp đất dính theo tiêu chuẩn sẽ phải quy đổi từ SPT sang  $S_u$  (công thức tham khảo tài liệu [5], [6] và một số sách nước ngoài) điều này dẫn đến kết quả không còn chính xác nữa.

### Một số khó khăn trong tính toán

Phương pháp  $\alpha$  chỉ ra trong Tiêu chuẩn 22TCN 272 -05 (theo Tomlinson 1987), theo phương pháp này thì hệ số  $\alpha$  phụ thuộc vào  $S_u$ , các lớp địa chất và chiều sâu ngàm cọc trong tầng chịu lực. Xác định  $\alpha$  dựa vào 3 trường hợp theo Tomlinson 1987 của [1] là rất khó khăn, nhiều khi mang tính chủ quan và phụ thuộc nhiều vào quan niệm của từng người thiết kế. Một số khó khăn có thể kể đến như sau: Thứ nhất là việc quan niệm các lớp đất sao cho đúng, trong thực tế cọc thường xuyên qua số lớp; những trường hợp này đều phải quy về một trong ba trường hợp của Tomlinson (đây chính là một hạn chế mà [1] không chỉ ra, cũng theo [7] thì điều kiện bắt buộc khi sử dụng phương pháp  $\alpha$  – Tomlinson là số lớp đất  $\leq 2$  (lớp) và lớp đất dưới mũi cọc phải là lớp đất sét cứng), vậy ở điều kiện địa chất Việt Nam còn có một số trạng thái đất khá phổ biến như sét nửa cứng, dẻo cứng hay á sét thì sao? Thứ hai, là trong ba trường hợp của Tomlinson thì giá trị  $\alpha$  chỉ phụ thuộc vào giá trị  $S_u$  với ba trường hợp cụ thể của  $D_B$  là  $D_B < 10D$ ,  $D_B = 20D$  và  $D_B > 40D$ , với  $D_B$  là chiều dài đoạn cọc ngàm trong tầng chịu lực,  $D$  là đường kính hay bề rộng của cọc đóng; còn các trường hợp trung gian thì [1] cũng không nêu rõ.

Vấn đề này tác giả cũng đã đề cập với người viết tài liệu [5] và có câu trả lời là “các giá trị trung gian thì nội suy”, tuy nhiên việc nội suy ở đây là rất khó khăn, thiếu chính xác và mang tính chủ quan bởi vì đường cong của Tomlinson là đường cong thực nghiệm, các giá trị phụ thuộc không phải là tuyến tính. Cần lưu ý rằng, bản thân Tomlinson tác giả cuốn sách Pile design and construction practice cũng đã viết rằng qua hệ  $\alpha$  và  $S_u$  là có xu hướng bảo thủ (nguyên văn : tend to conservative results), tài liệu [5] dùng từ “rất kỳ dị” để đề cập tới vấn đề này.

## **2. Một số phương pháp và công thức tính toán ngoài tiêu chuẩn**

Để khắc phục những bất cập và khó khăn đã nêu ở trên, tác giả đề nghị một số phương pháp và công thức tính toán mới có thể tham khảo áp dụng trong quá trình tính toán làm cơ sở so sánh, rút ra kết luận cần thiết và đôi khi là phương pháp không thể thay thế.

### 2.1. Phương pháp lý thuyết

Phương pháp  $\alpha$  - Tomlinson 1980: Trong nhiều trường hợp (có nhiều lớp đất xem kẹp nhau lẫn lộn) có thể áp dụng phiên bản cũ của Tomlinson (1980), trong phiên bản này Tomlinson chỉ đưa ra một trường hợp duy nhất, (khác với Tomlinson 1987 có 3 trường hợp) xem phần 2.5.1.1 của tài liệu [5].

Phương pháp  $\alpha$  - API (American Petroleum Institute): Đây là phương pháp của Viện dầu khí Hoa Kỳ, phương pháp này sử dụng cả ứng suất tổng và ứng suất hữu hiệu. Ta vẫn dùng phương trình tính toán như của Tomlinson 1987 nhưng hệ số  $\alpha$  được tính toán bằng công thức như sau:

$$\alpha = 0.5 \psi^{-0.5} \quad \text{nếu } \psi \leq 1.0;$$

$$\alpha = 0.5 \psi^{-0.25} \quad \text{nếu } \psi > 1.0 \text{ và } \alpha_{\max} = 1$$

Với  $\psi = S_u / S \delta'_v$ ;  $\delta'_v$  (hay  $p'$ ) là ứng suất hữu hiệu tại điểm giữa phân tố cọc đang xét.

Tuy phương pháp  $\alpha$  - API ít được mọi người biết đến như phương pháp  $\alpha$  - Tomlinson, nhưng nó có những ưu điểm như sau: phương pháp  $\alpha$  - API đơn giản, dễ lập trình (vì có dạng công thức, không phải nội suy nên việc tính giá trị  $\alpha$  là khá dễ dàng); qua so sánh với thí nghiệm nén tĩnh cho thấy  $\alpha$  - API có độ tin cậy cao hơn  $\alpha$  - Tomlinson; đặc biệt nếu ta biểu thị quan hệ  $\alpha$  và  $f_t = \alpha \cdot S_u$  trên đồ thị với những giá trị ứng suất hữu hiệu nhất định thì không còn “điểm kỳ dị” như của  $\alpha$  - Tomlinson, điều này phản ánh đúng thực tế hơn.

### 2.2. Phương pháp hiện trường

Trong phương pháp hiện trường, bài này chỉ đề cập đến sử dụng kết quả xuyên Tiêu chuẩn SPT, vì đây là phương pháp phổ biến hiện nay hay dùng. Trong Tiêu chuẩn 22TCN 272-05 đề cập tới vấn đề này nhưng chỉ dành cho đất rời (xem điều 10.7.3.4). Dưới đây, tác giả trình bày thêm về phương pháp của Meyerhof đã được tập thể nhiều tác giả (Schmertman, lai, Graham, Mac Veight...) sửa đổi bổ sung liên tục trong hơn 10 năm qua để áp dụng cho mọi loại cọc đúc sẵn, trong mọi loại đất và với độ tin cậy cao hơn. Cách tính này ban đầu được đặt tên là SPT91, SPT 94 rồi SPT97; từ nay để thống nhất người ta gọi là Cách tính Schmertman.

Sức kháng thành bên và sức kháng mũi của cọc được dự báo trên kết quả thí nghiệm  $N_{60}$ ,  $N_{60}$  là số nhát đập để ống SPT đi được 30cm đã hiệu chỉnh về 60% năng lượng hữu ích trong thí nghiệm xuyên tiêu chuẩn SPT;  $N_{60} = N \cdot C_E$  với:  $N$  là trị số SPT,  $C_E = E_h / 60$ ;  $E_h$  là tỷ lệ phần trăm năng lượng hữu ích của thiết bị SPT (thường  $E_h = 30 \div 60$ ). Chú ý với  $N_{60} < 5$  thì lấy  $N_{60} = 0$  (bỏ qua ma sát thành bên khi đất yếu) và  $N_{60} > 60$  thì lấy  $N_{60} = 60$ .

Đất nền được chia làm 4 nhóm: Nhóm 1 là đất sét; nhóm 2 là hỗn hợp sét bụi cát, cát có nhiều bụi, bụi; nhóm 3 là cát và nhóm 4 là đá vôi mềm, cát lẫn nhiều vỏ sò, vỏ hến (việc phân nhóm đất nền chi tiết hơn so với [1] chỉ có đất dính và đất rời). Sức kháng là hàm của trị số SPT  $N_{60}$  (xem bảng 1 và bảng 2). Sức kháng mũi cọc được lấy giá trị trung

bình của 2 điểm cách phía trên mũi cọc một đoạn là 8D và cách phía dưới mũi cọc một đoạn là 3,5D; với D là đường kính hay bề rộng của cọc.

Lưu ý, theo cách tính Schmertmann, thì không dùng được hệ số sức kháng như mục 10.5.5.2 của Tiêu chuẩn [1], cũng theo phương pháp này có thêm khái niệm sức chịu tải huy động. Sau khi tính được sức kháng thành bên đơn vị  $q_s$  và sức kháng mũi đơn vị  $q_p$ , ta nhân với diện tích thành bên  $A_s$  và diện tích mũi cọc  $A_p$ , ta được tổng sức kháng thành bên  $Q_s$  và tổng sức kháng mũi cọc  $Q_p$ . Khi đó sức chịu tải huy động sẽ được tính theo công thức:

$$Q_{hd} = Q_s + Q_p/3$$

Đối với cọc bê tông và cọc thép chữ H.

$$Q_{hd} = Q_s + Q_p/2$$

Đối với cọc ống thép.

Và sức chịu tải cho phép được coi là  $[Q] = Q_{hd}/2$ ; như vậy có thể thấy hệ số ssức kháng thành bên  $\varphi_s = 1/2$  và sức kháng mũi  $\varphi_p = 1/6$  đối với cọc đóng bê tông.

**Bảng 1: Sức kháng thành bên  $f_i$  hay  $q_s$  (kPa), cách tính Schmertmann SPT**

Ký hiệu	Loại đất	Cọc bê tông	Cọc thép chữ H	Cọc ống thép
1	Đất sét	$2.N (110-N)/41,84$	$2.N(110-N)/55.72$	$18,58+20,93\text{Ln}(N)$
2	Hỗn hợp sét –bụi-cát; cát có nhiều bụi, bụi	$2.N (110-N)/47,86$	$-2,17+3,16N-0,044N^2 + 2,36.10^{-4}N^{-3}$	$23,27+10,08\text{Ln}(N)$
3	Cát	$1,82. N$	$1,11.N$	$5,55+14,56\text{Ln}(N)$
4	Đá vôi mềm; cát lẫn nhiều vỏ sò, hến	$0,96.N$	$0,73. N$	$1,72+12,83\text{Ln}(N)$

**Bảng 2. Sức kháng mũi cọc  $q_p$  (kPa), cách tính Schmertmann SPT**

Ký hiệu	Loại đất	Cọc bê tông và Cọc thép chữ H	Cọc thép chữ H
1	Đất sét	$67. N$	$46.N$
2	Hỗn hợp sét –bụi-cát; cát có nhiều bụi, bụi	$153. N$	$92.N$
3	Cát	$306 . N$	$126. N$
4	Đá vôi mềm; cát lẫn nhiều vỏ sò, hến	$345.N$	$184. N$

(Chú ý: Trong Bảng 1 và bảng 2 để cho gọn khi trình bày,  $N_{60}$  được viết là N)

## Kết luận và kiến nghị

Đối với người làm công tác thiết kế nền móng cần thấu triệt một luận điểm rằng mọi tính toán móng cọc theo lý thuyết đều chỉ là dự tính, kết quả phải được kiểm nghiệm qua thực tế thử tải hiện trường vì thực tế sức chịu tải của cọc phụ thuộc nhiều vào từng vị

trí xây dựng, ảnh hưởng của quá trình thi công; cũng như tính chính xác của các số liệu thiết kế.

Trong quá trình tính toán, thiết kế cần kết hợp tính bằng nhiều phương pháp, nhiều công thức khác nhau để qua đó có thể so sánh các kết quả và rút ra kết luận cần thiết. Trong tính toán đặc biệt lưu ý tới thứ nguyên của các đại lượng nêu trong công thức. Vì tầm quan trọng của hệ số sức kháng cắt không thoát nước ( $S_u$ ) khi thiết kế móng cọc trong đất dính theo hệ thống tiêu chuẩn mới nên trong công tác khảo sát địa chất kỹ thuật cũng như khi tiến hành các thí nghiệm trong phòng phải đặc biệt coi trọng phương pháp thí nghiệm và tính bắt buộc phải có cũng như tính chính xác của thông số này.

**KS. Nguyễn Huy Hoàn, KS. Nguyễn Dũng**

*(Nguồn tin: T/C Cầu Đường Việt Nam, số 12/2006)*